RECHERCHES

SUR

LA FORCE DU CŒUR AORTIQUE;

THÈSE

Présentée et soutenue à la Faculté de Médecine de Paris, le 8 *août* 1828, *pour obtenir le grade de Docteur en médecine;*

PAR J.-L.-M. POISEUILLE,

Ex-Élève de l'École Polytechnique.



A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE DIDOT LE JEUNE,

Imprimeur de la Faculté de Médecine, rue des Maçons-Sorbonne, n° 13.

1828.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

Professeurs.

M. LANDRÉ-BEAUVAIS, Doyen. — Messieurs.

Anatomie	CRUVEILHIER, *Examinateur.*
Physiologie	DUMÉRIL, *Examinateur.*
Chimie médicale	ORFILA.
Physique médicale	PELLETAN fils.
Histoire naturelle médicale	CLARION.
Pharmacologie	GUILBERT.
Hygiène	ANDRAL.
Pathologie chirurgicale	MARJOLIN, *Président.* ROUX.
Pathologie médicale	FIZEAU. FOUQUIER.
Opérations et appareils	RICHERAND.
Thérapeutique et matière médicale	ALIBERT.
Médecine légale	ADELON.
Accouchemens, maladies des femmes en couches et des enfans nouveau-nés	DESORMEAUX, *Examinateur.*
Clinique médicale	CAYOL, *Suppléant.* CHOMEL. LANDRÉ-BEAUVAIS. RÉCAMIER.
Clinique chirurgicale	BOUGON. BOYER. DUPUYTREN.
Clinique d'accouchemens	DÉNEUX.

Professeurs honoraires.

MM. CHAUSSIER, DE JUSSIEU, DES GENETTES, DEYEUX, DUBOIS, LALLEMENT LEROUX, PELLETAN père, VAUQUELIN.

Agrégés en exercice.

Messieurs

Arvers.
Baudelocque.
Bouvier.
Breschet, *Examinateur.*
Cloquet (Hippolyte), *Examinateur.*
Cloquet (Jules).
Dance.
Devergie.
Dubois.
Gaultier de Claubry.
Gérardin.
Gerdy.

Messieurs.

Gibert.
Kergaradec.
Lisfranc.
Maisonabe.
Parent du Chatelet.
Pavet de Courteille.
Ratheau.
Richard.
Rochoux.
Rullier, *Suppléant.*
Velpeau.

Par délibération du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

AU PRINCE DE LA MOSKOWA;

AU DUC D'ELCHINGEN.

Témoignage de respect pour un nom célèbre.

J.-L.-M. POISEUILLE.

En comparant les évaluations de la force du cœur données par les ouvrages de physiologie modernes, une réflexion se présente naturellement : c'est que les auteurs dont les études se sont portées sur cette partie de la science, n'ont pu avoir le même but dans leurs recherches. Comment penser, en effet, qu'une même force, toute variable qu'elle est, tout erronés que sont les moyens employés à la déterminer, soit estimée par l'un à plus de cent quatre-vingt mille livres, et par un autre à quelques onces?

J'ai consulté les traités et les mémoires originaux que nous avons sur cette matière, et j'ai vu qu'effectivement on avait eu sur la question des idées absolument différentes. La première partie de cette dissertation mettra cette vérité dans tout son jour. Dans la seconde partie, je recherche la force avec laquelle le sang se meut dans l'aorte ou toute autre artère : un assez grand nombre d'expériences faites sur le chien et le cheval, à l'aide d'un instrument que j'ai imaginé à cet effet, me conduisent naturellement à déterminer cette force chez l'homme, en appuyant sur les faits observés l'analogie que j'essaie d'établir. Avant d'obtenir la grandeur numérique de cette force, je pose en principe que, *la force avec laquelle se meut une molécule de sang dans tout le trajet du système artériel aortique est exactement la même en quelque point de ce trajet qu'on la considère.*

M. le professeur *Cruveilhier,* dont l'intérêt pour les sciences se retrouve partout, a bien voulu, conjointement avec mon

ami le docteur *Blandin*, constater le fait, et M. *Magendie* lui-même pourra l'attester.

Qu'il me soit permis de témoigner ici ma reconnaissance à mes amis MM. *D'Espine* et *S. Cartereau*, pour les services obligeans qu'ils m'ont rendus dans tout le cours de mes expériences.

RECHERCHES

SUR

LA FORCE DU CŒUR AORTIQUE.

PREMIÈRE PARTIE.

LA force du cœur a-t-elle été considérée, par *Borelli*, *Keill*, *Hales*, etc., sous un seul et unique point de vue? ou bien, loin de rechercher la même chose, ces auteurs, tout en étudiant *la force du cœur*, n'ont-ils pas voulu déterminer, l'un, la somme des forces que la puissance mouvante dépense dans chaque contraction du cœur; l'autre, l'effort dynamique de cet organe; un troisième, son effort hydrostatique, etc.

Pour résoudre cette question, qui nous a paru offrir quelque intérêt, à cause de l'identité que supposent, d'après *Haller* (1), les auteurs modernes, dans l'étude qui a été faite de l'action du cœur, nous

(1) Élém. phys., vol. 1er., p. 446 et suiv.

n'avons qu'à passer en revue les travaux qui se rapportent à ce sujet. Dans l'exposition que nous allons donner, nous n'examinerons pas la valeur des moyens que les uns et les autres ont employés ; un pareil travail nous éloignerait de la solution pure et simple de la question que nous nous sommes posée ; cependant, tout en nous renfermant dans les bornes du sujet, nous ne pourrons taire quelques réflexions critiques, dont le but sera d'éclairer l'intelligence des procédés employés, ou bien de faire connaître, à la première vue, toute leur nullité.

Nous commencerons par *Borelli*.

Borelli, dans la première partie de son ouvrage *De motu animalium*, traite de l'action des muscles externes ; dans la seconde partie, de la force des muscles internes, et par conséquent de celle du cœur ; comme il se fonde, pour déterminer cette force, sur un certain nombre de propositions prises dans la première partie, occupons nous d'abord de ces propositions, tout à fait nécessaires à l'intelligence de la question.

Pour évaluer la force des muscles, supposons, par exemple, qu'il s'agisse des muscles biceps et brachial antérieur réunis (1). Le membre supérieur étant dans une position horizontale, l'avant-bras est alors maintenu par l'action de ces deux muscles ; il applique à l'extrémité des doigts de la main un poids qu'il augmente successivement, jusqu'à ce que l'avant-bras ne puisse plus être soulevé ; ce poids est de vingt-six livres ; ensuite il prend le poids de l'avant-bras, et ayant égard à son centre de gravité, il remplace ce poids par deux livres appliquées au même point que les vingt-six livres, de sorte que les deux muscles font équilibre à un poids de vingt-huit livres, abstraction faite du bras du lévier ; il mesure la distance du point où sont appliquées les vingt-huit livres au point fixe du lévier, point qui se trouve au centre de la poulie que présente l'extrémité inférieure de

(1) *De motu animalium*. La Haye, 1743, in-4°., part. 1, cap. 8, prop. 22.

l'humérus; il détermine le rayon de cette poulie, et le regarde égal au moins à la vingtième partie de cette distance; les forces agissant, l'une, suivant la direction des muscles, l'autre, à l'extrémité de la main, se faisant équilibre, elles sont en raison inverse de leurs distances au point fixe du lévier; il trouve par là la puissance des muscles *biceps et brachial antérieur* égale au poids de cinq cent soixante livres, c'est-à-dire que ces deux muscles, en se contractant, feraient équilibre à un poids de 560 livres appliqué à l'une de leurs extrémités et dans une direction qui serait la prolongation de celle de ces muscles.

Il détermine (1) d'une manière analogue la force des muscles masseters et temporaux, et trouve qu'elle équivaut au poids de 300 liv.

Il suit une marche semblable pour la plupart des muscles externes, ayant égard toutefois à l'insertion oblique des fibres musculaires sur les tendons ou à la forme rayonnée qu'elles peuvent présenter. Ainsi, le muscles fessiers feraient équilibre à un poids de 2621 livres (2) en se contractant; le deltoïde à un poids de 770 livres (3), ou de 1520 livres en remarquant qu'il fait un égal effort sur l'os auquel est fixée son extrémité supérieure.

Dans ce que nous venons de rapporter on voit une très-belle application de la Statique à la puissance des muscles volontaires; mais *Borelli* ne s'en tient pas là dans la détermination de l'effort musculaire; nous poursuivons :

Il suppose que la fibre musculaire (4) en se contractant, de droite qu'elle était avant la contraction, se trouve alors composée d'une suite d'anneaux, qu'il assimile à des rhombes, de sorte que chaque fibre d'un muscle contracté aura la forme que présente la *figure* 1. Il ne peut concevoir le rapprochement des deux extrémités d'un

(1) Part. I, cap. 15, prop. 87.

(2) *Id.*, cap. 15, p. 83.

(3) *Id.*, cap. 15, prop. 84.

(4) *Id.*, cap. 17, prop. 113, 114, 116.

muscle lorsqu'il se contracte, sans le supposer ainsi composé de fibriles formées d'une suite de vésicules ou pores unis entr'eux à la manière d'une chaîne. Ces vésicules, auxquelles il donne gratuitement la forme rhomboïdale, se remplissant lors de la contraction, rendent nécessaire le raccourcissement du muscle.

Sans rappeler ici les belles expériences faites dans ces derniers temps sur la contraction musculaire, par MM. *Prevost* et *Dumas*, ni l'expérience de *Barzoletti*, qui renverse à elle seule l'hypothèse de *Borelli;* nous continuons :

Puisque la fibre musculaire dans l'état de contraction n'est autre chose qu'une chaîne formée de rhombes; déterminer les forces qu'il faut appliquer aux extrémités de chaque diagonale transversale F G, H I, etc. (*fig.* 1), pour qu'en agissant ces forces raccourcissent la chaîne, et par suite fassent équilibre à un certain poids R, suspendu à l'une des extrémités; l'autre, M, étant supposée liée à un point fixe, c'est rechercher *la force entière qu'exerce la nature pour enfler toutes les porosités d'une fibre musculaire;* et, par conséquent, en ayant égard au nombre de ces fibriles qui entre dans un muscle, c'est, suivant Borelli, *déterminer la force totale de ce muscle.*

Dans une suite de théorèmes (1), il recherche le rapport qui existe entre le poids R et la somme de toutes les forces appliquées aux extrémités de chaque diagonale transversale des rhombes qui composent la fibrile; il démontre que le poids R restant le même, si le nombre des rhombes devient double, triple, quadruple, etc., la somme des forces dilatant transversalement les rhombes deviendra elle-même double, triple, quadruple, etc. Enfin, supposant un faisceau de fibriles A B C D (*fig.* 2), et soutenant le poids S, *il regarde comme égale à S, la réunion des forces* dilatant les rhombes de la première série C D; de sorte que, pour obtenir la force totale du faisceau, ou la somme de toutes les forces qui dilatent tous les lozanges

(1) Part. I, prop. 92-112.

de ce faisceau, il répète S autant de fois qu'il y a de rhombes dans la hauteur A D.

Voyons, en appliquant ces principes aux muscles dont il a déjà déterminé la force statique, à quelle évaluation il est conduit.

Un des élémens de la question est de savoir combien il y a de rhombes contenus dans une longueur donnée d'une fibre; or, après avoir reconnu (1) qu'il y a au moins *cinquante* de ces rhombes ou *machinules* dans la largeur d'un travers de doigt, il n'en suppose que *vingt*, afin de rester toujours au-dessous de la force qu'il veut déterminer. Reconnaissons donc avec lui vingt rhombes dans la largeur d'un travers de doigt: cela posé, prenons, par exemple, le muscle deltoïde (2), dont la force statique a été évaluée à 1540 livres; il mesure la longueur des fibres, et la trouve, toute compensation faite, égale à l'étendue de deux travers de doigt: il y aura donc quarante *Rhombes* ou *machinules* dans chaque fibre de ce muscle, et comme la première série soutient un poids de 1540 livres, d'après ce que nous venons de dire, ce poids répété quarante fois nous donnera 61600 livres, qui représenteront l'effort de la nature pour enfler les vésicules dudit muscle.

En procédant de la même manière pour les muscles fessiers (3), il trouve que leur force motrice est égale à 375420 livres.

Enfin, d'après les mêmes données, les muscles masseters et temporaux (4) auraient une force motrice égale à 6000 livres, et par suite on aurait 3000 livres pour celles des deux muscles temporal et masseter.

Maintenant, dans l'impossibilité où il est d'appliquer aux muscles du cœur les mêmes principes de statique auxquels peuvent se prêter les muscles externes, il admet que deux muscles de même

---

(1) Part. I, cap. 17, prop. 115.

(2) *Id.*, prop. 124.

(3) *Id.*, prop. 125.

(4) Part. II, cap. 5, prop. 67.

masse doivent avoir la même force; or, par expérience, il a trouvé (1) que le cœur a le même volume que les deux muscles temporal et masseter; il reconnaît alors (2) que la force que la nature emploie à enfler les fibres charnues du cœur dans ses contractions est égale à 3000 livres.

Il compare ensuite (3) cette force motrice du cœur évaluée à 3000 livres à la résistance que présente le sang dans le système artériel, et trouve cette résistance 60 fois plus grande; mais comme le cœur par son action surmonte cette résistance, il faut donc qu'il ait une force 60 fois plus grande que 3000 livres, c'est-à-dire 180000 livres (4).

Tel est le travail de *Borelli* sur la force du cœur.

Nous n'examinerons pas les théorèmes d'hydrodynamique par lesquels il reconnaît que la résistance du sang dans le système artériel est 60 fois plus grande que 3000 livres; nous ne parlerons pas de cette identité de forces supposée entre le cœur et les muscles temporal et masseter réunis, non plus que de tant d'autres assertions plus ou moins vagues qu'on rencontre dans le cours de l'ouvrage; nous nous bornerons à dire que, s'il est permis de chercher à ramener l'évaluation des forces de l'économie à des calculs mathématiques, c'est un tort inexcusable que de recourir à des moyens pareils de recherche et d'examen, lorsque la question même s'y refuse, et qu'on ne peut réellement la résoudre qu'à l'aide d'hypothèses et de combinaisons tout à fait hasardées.

Quoi qu'il en soit, concluons en disant que *Borelli* a détrminé, dans son travail sur la force du cœur, *la force qu'exerce*, suivant lui, *la nature pour enfler les fibres musculaires de cet organe lors de sa contraction*. Voyons si *Keill* s'est proposé le même objet.

(1) Part. II, cap. 5, prop. 66.

(2) *Id.*, prop. 67.

(3) *Id.*, prop. 70, 71, 72.

(4) *Id.*, prop. 73.

Keill (1), pour déterminer la force du cœur, cherche d'abord la vitesse possible (2) qu'a le sang au sortir de l'aorte; pour atteindre ce but, il compare les quantités de sang données, pendant le même temps, par l'artère et la veine crurale d'un chien, ces deux vaisseaux ayant été coupés transversalement à leur direction; ces quantités de sang sont dans le rapport de $7+\frac{1}{2}$ à 3; faisant ensuite remarquer que *tout le sang qui passe dans l'artère crurale passe aussi dans la veine de même nom*, il conclut de cette supposition, détruite par les connaissances les plus superficielles en anatomie, que la vitesse du sang dans l'artère, sans empêchement, est à la vitesse du sang dans la veine (ou ce qui est la même chose dans l'artère, mais en la supposant intacte) comme $7+\frac{1}{2}$ est à 3.

Il a, d'ailleurs, déterminé (3) la vitesse du sang à sa sortie du cœur dans l'état normal, c'est-à-dire la vitesse du sang retardé, comme il le dit, par la résistance que présente celui déjà contenu dans le système artériel, et a trouvé que le sang parcourait 156 pieds en une minute. En s'autorisant de l'expérience précédente, qui indique que la vitesse du sang sans empêchement est à la vitesse avec empêchement, comme $7+\frac{1}{2}$ est à 3; il reconnaît que le sang parcourrait, au sortir du cœur, dans l'aorte, 390 pieds en une minute, et par conséquent 6 pieds et demi en une seconde : telle est la vitesse possible qu'il assigne au sang à l'origine de l'aorte.

Nous ne nous étendrons pas sur l'incertitude que présente cette évaluation; il nous suffira de faire remarquer que *Keill* suppose que deux onces de sang sont lancées par le cœur à chaque contraction, que le temps de la systole est exactement la moitié du temps de la diastole, que la vitesse du sang dans le chien est la même que celle du

---

(1) *Tentamina medico-physica, tentamen* 3, p. 50. Londres, 1718.

(2) C'est-à-dire la vitesse qu'aurait le sang lancé par le cœur, abstraction faite de la résistance que présente le sang déjà contenu dans le système artériel.

(3) *Tentam. med.-phys. de velocitate sanguinis.*

sang dans l'homme, que la vitesse du sang dans la crurale est la même que celle du sang dans l'aorte.

Ayant ainsi déterminé la vitesse possible avec laquelle le sang serait projeté par le ventricule gauche dans l'aorte, il invoque un théorème de *Newton*, d'après lequel on sait que la force qui meut un liquide, sa vitesse étant donnée, est égale au poids d'un cylindre de même liquide dont la base serait l'orifice par lequel coule le liquide, et dont la hauteur serait le double de la hauteur verticale d'où doit tomber ce liquide pour acquérir la vitesse donnée. Il cherche donc, au moyen des formules connues de la chute des graves, la ligne verticale que doit parcourir un corps pour acquérir cette vitesse de 6 pieds et demi par seconde, et trouve cette hauteur égale à 0,704 pied; cette hauteur doublée donne 1,408 pied, ou bien 17,76 doigts, hauteur du cylindre: l'orifice de l'aorte ou sa base est 0,4187 pouces carrés, sa solidité est donc 7,436112 pouces cubes de sang, dont le poids est de 5 onces. *Keill* conclut donc que la force du cœur est égale au poids de 5 onces.

Revenons sur cette évaluation, et voyons si elle ne donnerait pas la force dynamique du cœur, laquelle aurait été *méconnue* par *Keill* lui-même. Supposons à cet effet un vase rempli d'un liquide de même densité que le sang, et soit pratiqué en un point de ses parois une ouverture dont l'étendue soit exactement la même que celle de l'orifice de l'aorte; si le sang dans l'aorte se meut avec une vitesse égale à 6 pieds et demi par seconde, *comme la hauteur due à cette vitesse* est de 8 po. 6 lig. environ; si nous faisons la hauteur du niveau égale à 8 po. 6 lig., le fluide coulant par l'orifice pratiqué aux parois du vase aura la même vitesse que le sang dans l'aorte, de sorte que nous pourrons très-bien remplacer, quant à l'effet de la force, le cœur considéré comme puissance motrice par notre vase, en supposant toutefois que le niveau soit constant.

Or, chaque molécule fluide, arrivée à l'orifice, a acquis une vitesse telle qu'elle parcourrait, dans le même temps employé à la chute de 8 po. 6 lig., c'est-à-dire *un cinquième de seconde* environ, un espace

double de 8 po. 6 lig. ou 17° (1). Ainsi, si à l'aide d'un tube recourbé le liquide sortant par l'ouverture pratiquée au vase s'élevait verticalement, il atteindrait la hauteur de 8 po. 6 lig., hauteur du niveau, et pendant un cinquième de seconde ; et le poids de la quantité de ce liquide passant par l'orifice pendant le même temps serait celui d'un cylindre de même liquide qui aurait pour base cet orifice et pour hauteur 17 pouces, c'est-à-dire un poids de 5 onces. Ainsi, *la force du cœur serait donc capable d'élever à la hauteur de* 8 po. 6 *lig. et pendant un cinquième de seconde une quantité de sang dont le poids serait égal à* 5 *onces.* Cette force, que *Keill* a évaluée à 5 onces, représente donc l'effet dynamique du cœur et rien autre chose.

Nous venons d'interpréter la force du cœur donnée par *Keill*, en supposant exacts les élémens dont il a fait usage. Nous reviendrons bientôt sur ce résultat, après avoir parlé de l'effort statique du cœur dont s'est occupé *Hales*.

Quant à la trajectoire donnée par le jet de sang d'une artère piquée, et d'après laquelle *Keill* détermine d'une autre manière la vitesse possible du sang au sortir du cœur, nous n'en parlons que pour témoigner tous nos regrets de voir que des moyens aussi ingénieux soient appliqués à des données aussi incertaines.

Il serait superflu de faire remarquer que l'évaluation de la force du cœur, suivant *Keill*, devait nécessairement s'éloigner beaucoup des calculs de *Borelli*, puisqu'il est démontré que l'un et l'autre ont considéré la question d'une manière tout à fait différente.

Hales (2), physicien anglais, s'est occupé, non de l'effet dynamique, mais bien de la force statique du cœur. Il prend (3) un tube de

---

(1) Physique de *Pelletan*, p. 426.

(2) Hémastatique de *Hales*. Genève, trad. par *Sauvages*.

(3) *Ibid.*, p. 1 et suiv.

verre long de 9 à 12 pieds, et l'introduit soit dans l'artère crurale, soit dans la carotide d'un animal, après avoir recourbé son extrémité inférieure, afin de lui conserver une position verticale. En vertu du principe de l'égalité de pression, la hauteur à laquelle s'élève le sang dans le tube donnera nécessairement la pression à laquelle est soumis un point quelconque du cœur, et par conséquent l'effort statique du cœur.

Hales répète cette expérience sur différens animaux, et trouve les résultats suivans :

	Hauteur de la colonne de sang (1).	
Artère crurale d'une jument (2).	8 pieds.	3 pouces.
id. d'un cheval (3).	9	8
Carotide d'un chien (4) de 52 livres	6	8
id. *id.* de 24	2	8
id. *id.* de 18	4	8
id. *id.* de 12	3	3
id. *id.* de 32	7	11

Il suppose ensuite que pour l'homme, la hauteur du sang dans le tube doit être *probablement* de 7 pieds 6 pouces; et, partant de cette hypothèse, il cherche la surface interne du cœur gauche; il l'évalue à quinze pouces carrés; ensuite, multipliant cette aire par 7 pieds 6 pouces, il trouve que le cœur est pressé par le poids de 1350 pouces cubes de sang, quand il commence à se contracter; cette quantité de sang correspond à 51,5 livres.

(1) Nous verrons bientôt que ces hauteurs devaient peu différer l'une de l'autre, et pourquoi elles présentent chez *Hales* d'aussi grandes variations.

(2) Hémastatique, première expérience, p. 1.

(3) *Ibid.*, deuxième expérience.

(4) *Ibid.*, p. 55.

Telle est la force du cœur évaluée par *Hales ;* elle n'est autre chose que la somme des forces qui pressent chaque point de la surface du cœur. Ainsi, si l'on voulait avoir la pression opérée sur un pouce carré de cette surface, on multiplierait ce pouce carré par 7 pieds 6 pouces, hauteur de la colonne de sang dans le tube.

Remarquons seulement que 51,5 livres ne représentent nullement l'effort statique du cœur, mais que cet effort serait égal au poids d'un cylindre de sang qui aurait pour hauteur 7 pieds 6 pouces, et pour base, non pas la surface interne du cœur aortique ; mais bien l'aire que présenterait une coupe du cœur faite de la base au sommet. Cette aire, suivant *Hales*, étant le quart de la surface interne, on obtiendrait alors pour l'effort statique du cœur 12,87 livres.

Si maintenant nous examinons les diverses hauteurs des colonnes de sang données par le tube de *Hales*, appliqué à différens animaux, nous les trouverons toutes erronées. Effectivement, on sait que le sang passant des vaisseaux d'un animal vivant dans des tubes inertes, se coagule presque aussitôt. Le tube dont il se servait avait $\frac{1}{6}$ de pouce de diamètre ; des caillots se moulaient donc dans son intérieur, et par suite l'ascension du sang devait être modifiée ; car telle est la plasticité du sang des animaux, et particulièrement du chien, que si l'on coupe la carotide primitive d'un chien, un caillot ne tarde pas à se former, et l'animal est soustrait à une hémorrhagie mortelle (1). Nous avons vu nous-mêmes ce singulier phénomène sur des chiens dont nous avions coupé les deux artères carotides et les deux axillaires.

Ensuite *Hales* ne tient aucun compte de l'influence des mouvemens respiratoires sur la hauteur de la colonne de sang dans le tube ; et nous verrons dans la deuxième partie de notre travail combien l'inspiration et l'expiration la modifient.

Dire par analogie que la colonne de sang doit s'élever à la hauteur

---

(1) Leçons orales de M. *Magendie*.

de 7 pieds 6 pouces chez l'homme, sans alléguer aucune autre raison, c'est se prévaloir, comme expérimentateur, d'une autorité à laquelle nous sommes loin de nous rendre.

Quelque imparfait que soit le moyen employé par *Hales*, rendons lui cette justice de reconnaître qu'il s'est, plus que tout autre, éloigné de recherches purement spéculatives; quoique, d'un autre côté, la force dynamique de *Keill* ne fût pas à rejeter du domaine de la physiologie, si elle était exacte.

Daniel Bernouilly, dans une thèse inaugurale soutenue par son élève *Passavant* (1), se fondant sur les expériences de *Hales*, suppose (2) que le cœur, effectuant chacune de ses contractions en une seconde, lance à la hauteur de 8 pieds une quantité de sang égale *à une once et demie;* cela posé, les battemens du pouls se répéteraient 4,000 fois dans une heure, et par suite le cœur élèverait dans le même temps, soit 6,000 onces de sang, ou 375 livres à la hauteur de 8 pieds, soit 3,000 livres à la hauteur d'un pied (3).

Dans cette évaluation, il est essentiel de tenir compte du temps pendant lequel ces 375 livres sont élevées par le cœur, et de la hauteur qu'elles atteignent; car, au premier abord, on serait tenté de croire cette estimation de la force dynamique bien supérieure à celle de *Keill*, lorsqu'au contraire elle est inférieure. En effet, si 5 onces, suivant *Keill*, sont élevées, en $\frac{1}{5}$ de seconde, à la hauteur de 8 pouces 6 lignes, on a 25 onces élevées à la hauteur de 8 pouces 6 lignes dans une seconde, par suite 2 onces 1 gros environ élevés à la hauteur de 8 pieds dans le même temps. La force dynamique de *Keill* est donc plus grande que celle trouvée par *Bernouilly*.

---

(1) Bâles, 1748, *De vi cordis*, PASSAVANT.

(2) *Ibid.*, paragr. 5.

(3) *Ibid.*, paragr. 6.

Bernouilly ayant pris pour point de départ les expériences de *Hales*, qui sont, ainsi que nous l'avons reconnu, erronées, nous ne nous arrêterons pas davantage sur cet auteur.

Boissier de Sauvages (1) invoque ce principe de mécanique en vertu duquel on peut, sans connaître la structure d'une machine, trouver quelle est la force nécessaire pour lui faire produire l'effort dynamique qu'elle présente. Ainsi étant donné, le poids élevé dans un certain temps à une certaine hauteur par le cœur, la force dépensée par la puissance mouvante est au poids connu comme 27 est à 4 (*Bélidor*, architecte hydraulique). Cela posé, adoptant l'effort dynamique déterminé par *Bernouilly*, il trouve que la force que dépense la puissance motrice pour contracter le ventricule gauche du cœur est de 71 onces élevées à chaque pulsation à la hauteur d'un pied.

Nous ne parlerons pas de *Jurin*, de *Morgand*, de *Robertson*, de *Morland*, de *Tabor* (2), attendu que les uns ne se sont occupés que de la vitesse du sang dans l'aorte, les autres sont partis dans leur évaluation de données aussi peu certaines que *Keill*. *Tabor* a pensé devoir faire entrer en ligne de compte la force capable de rompre les valvules sigmoïdes, etc.

Ce qui précède établit d'une manière incontestable que la force du cœur n'a pas été étudiée par les auteurs sous un seul point de vue; l'un a considéré d'une manière toute spéciale ce que dépensait la puissance mouvante, c'est *Borelli*; d'autres, *Keill*, *Bernouilly*, *Sauvages*, ont déterminé la force dynamique; *Hales* s'est occupé de son effort statique. De là ces différences, ces disproportions énormes dans les résultats obtenus par chacun d'eux, mais que nous sommes loin

(1) Hémastatique de *Hales*, trad., p. 300 et 301.

(2) *Haller*, *Elementa physiol.*, vol. 1, p. 452 et 455.

toutefois de regarder comme suffisantes pour exclure tout calcul mathématique dans l'évaluation de la force du cœur ; puisqu'en supposant rigoureusement exacts les principes de chaque auteur, la diversité de leurs estimations n'eût pas été moins grande.

Telle est notre réponse à la question que nous nous étions posée. Passons maintenant à l'exposition de notre travail sur le même objet.

DEUXIÈME PARTIE.

Le cours du sang est tellement soumis à l'action du cœur, que de nouvelles recherches sur la force de cet organe nous ont paru dignes de tout l'intérêt des physiologistes. On dira que *l'âge, le sexe, le tempérament, l'idiosyncrasie, l'état de veille, de sommeil, d'exercice, de repos, de santé, de maladies, les passions*, modifient plus ou moins la force du cœur. Nous reconnaissons l'influence de ces agens modificateurs; mais leur existence proscrit-elle tout travail qui aurait pour but de déterminer les limites de cette force? Nous ne le pensons pas.

Et d'abord, sous quel rapport devons-nous considérer la force du cœur? *La force statique* nous a paru la moins spéculative et la plus susceptible d'application physiologique.

Dans cet état de choses, nous nous sommes demandé *quelle est la force avec laquelle le cœur pousse le sang dans l'aorte;* et cette force, pour l'obtenir, nous n'avions qu'à chercher la hauteur à laquelle montait dans un *tube* vertical, appliqué à l'aorte, le sang ou tout autre liquide, dont la densité nous serait connue. En multipliant cette hauteur par l'aire de l'aorte à sa naissance, nous avions le volume d'un liquide dont le poids nous donnait alors *la force possible avec laquelle le sang se meut dans l'aorte*, et, par suite, l'action du cœur gauche dans la circulation artérielle.

Nous décrirons bientôt ce tube, tout spécial à nos recherches, et qui devait seul assurer l'exactitude de nos observations.

En adoptant les idées reçues sur la circulation artérielle, nous nous disions : le cœur aortique, lançant, avec une certaine force, à chaque contraction, une ondée de sang dans le système artériel déjà plein, toute cette force n'est pas employée au même moment à la progression du sang dans les artères ; car, à chaque systole du cœur, les artères se dilatent, leurs courbures tendent à se redresser (1), et ces phénomènes ne s'opèrent qu'aux dépens de la force du cœur : or, ces causes d'affaiblissement, auxquelles plusieurs auteurs ont pensé devoir ajouter le frottement du sang contre les parois artérielles, sont d'autant plus prononcées qu'on s'éloigne davantage du cœur. D'après ces considérations, il paraissait donc évident que notre tube, appliqué en des points du système artériel différemment éloignés du cœur, devait donner des hauteurs d'autant moins grandes qu'on s'éloignerait plus de cet organe. Ainsi, pour avoir exactement la force du cœur, il nous fallait appliquer le tube, non-seulement à l'aorte, mais encore précisément à sa sortie du cœur, c'est-à-dire à l'aorte ascendante. Mais, comme il était impossible de faire une semblable expérience sans que la mort de l'animal s'en suivît ; il nous restait à appliquer notre tube le plus près possible du cœur, sur la carotide primitive, par exemple, à lier les artères axillaires le plus près possible du tronc, la carotide du côté opposé, l'aorte abdominale, au-dessus du tronc opistogastrique, et à observer la hauteur donnée par le tube ; ensuite, ayant cherché l'accroissement de la hauteur due à la soustraction d'une portion d'artère dont la capacité nous était connue, on aurait pu obtenir, en mesurant les capacités des artères comprises entre le cœur et les ligatures, la différence en plus dont il fallait augmenter la hauteur observée dans le tube primitivement appliqué à la carotide, et, par là, la hauteur obtenue aurait été celle

(1) Physiologie de *Richerand* et autres modernes.

donnée par le tube appliqué à l'aorte ascendante elle-même : telle était la marche que nous nous proposions de suivre. Mais, dès les premières expériences, voulant vérifier si les opinions, émises *à priori*, étaient vraies, nous avons remarqué, à notre grand étonnement, que deux tubes étant appliqués simultanément à deux artères et à des distances différentes du cœur, donnaient des hauteurs qui étaient *parfaitement égales*, au lieu d'être différentes, comme nous l'avions présumé : de là une grande simplification dans le travail, puisqu'en appliquant l'instrument sur une artère quelconque nous obtenions les résultats que nous aurions eus en le plaçant sur l'aorte ascendante elle-même.

Donnons la description de l'instrument que nous avons imaginé pour mesurer l'action du cœur ; nous nous occuperons ensuite, et des expériences qui constatent le fait que nous venons d'énoncer, et des conséquences que nous en avons déduit.

Soit un tube de verre (*fig.* 3), présentant une branche horizontale AB, une branche verticale descendante BC, et une troisième branche ascendante DE, courbé de manière à offrir en B un quart de cercle, et en CD un demi-cercle : supposons que l'on mette du mercure dans la partie GCDH, le tube étant dans une position verticale, les niveaux G et H du mercure seront à la même hauteur dans les deux branches. Si le sang s'introduit dans la partie ABG par l'orifice A, abouché à une artère, il pressera sur la surface G du mercure ; le métal sera déprimé dans la branche BC de G en K, par exemple, lorsqu'il s'élèvera dans la branche DE en I. Il est évident, d'après les lois de l'hydrostatique, que la force totale, avec laquelle le sang se meut dans l'artère, sera mesurée par le poids d'un cylindre de mercure, dont la base est un cercle qui a pour diamètre celui de l'artère, et dont la hauteur est la différence IK des deux niveaux du mercure, déduction faite, bien entendu, de la hauteur de la petite colonne de mercure qui peut faire équilibre à la colonne sanguine BK.

Le sang doit donc s'introduire dans la partie ABG de notre tube : or, s'il se coagulait, on ne pourrait nullement observer la hauteur

de la colonne de mercure, non plus que les modifications que cette colonne éprouve, ainsi que nous le verrons bientôt.

La première chose à faire avant d'aller plus loin, était donc de trouver un corps liquide qui, introduit dans la partie ABG, et recevant le sang au sortir de l'artère, pût transmettre sur la surface G du mercure la force dont est animé le sang dans l'artère, et cela en empêchant sa coagulation ou plutôt en conservant sa liquidité. Nous le répétons, toute observation faite avec ce tube sans la présence d'un tel corps était entachée d'inexactitude.

Or, nous savions que la potasse, la soude, empêchent la coagulation du sang en dissolvant le caillot fibrineux qui tend à se former; nous avons donc été conduits à faire des expériences sur cet objet; et nous avons vu qu'à la vérité une éprouvette d'un décimètre de longueur et d'un centimètre de diamètre dans laquelle on avait mis environ le quart de potasse liquide concentrée, et au milieu de laquelle on avait fait arriver un jet de sang donné par une artère; nous avons vu, disons-nous, qu'au bout de quatre ou cinq minutes le sang n'était point coagulé, mais était transformé en un liquide brun très-épais, très-visqueux, et très-adhérent aux parois de l'éprouvette. La viscosité augmentait avec le temps, de telle sorte qu'au bout d'une heure environ, en renversant l'éprouvette, le sang présentait autant de solidité qu'il en avait offert au bout de deux minutes et demie, introduit dans une éprouvette qui ne contenait point de potasse liquide.

Cette viscosité croissante du sang mêlé à la potasse s'opposait donc aux succès de l'expérience; en outre, si la colonne de mercure changeait à chaque instant de hauteur, une portion du mélange de potasse et de sang contenu dans la partie ABG entrait dans le torrent de la circulation, ce qui pouvait empoisonner l'animal, et cette considération seule nous empêcha de faire sur la soude les mêmes essais que sur la potasse.

Je cherchai à rendre le sang moins coagulable en injectant quelques pintes d'eau dans les veines jugulaires, et le résultat ne fut

autre que de retarder de trois minutes la coagulation : ce moyen n'atteignait donc pas plus le but que je me proposais.

Je pris alors du *sous-carbonate de soude*, et j'en remplis le quart de la capacité de l'éprouvette, dans laquelle je fis arriver un jet de sang artériel ; le sang, au lieu de devenir brun comme dans le cas de la potasse liquide, conserva sa couleur écarlate ainsi que toute sa liquidité pendant deux heures entières, après lesquelles nous vidâmes l'éprouvette en la renversant. D'ailleurs le sous-carbonate de soude liquide, introduit dans la circulation, n'a pas le même inconvénient que la potasse et la soude. A tous ces titres le sous-carbonate de soude était donc le corps que nous cherchions.

Le tube chargé de mercure, ainsi que nous l'avons vu, je remplis de sous-carbonate de soude dissout dans l'eau la partie A B G : (dans toutes mes expériences, le liquide était saturé de ce sel). Un tube de cuivre (*fig.* 4), par sa concavité C D, reçoit l'extrémité A de la branche horizontale du tube de verre, et y est fixé avec de la cire d'Espagne. Ce petit tube présente à son autre extrémité un pas de vis qui est apte à recevoir un second tube de cuivre (*fig.* 5), dont l'extrémité G H présente une cavité en forme d'écrou ; l'autre extrémité K I, libre et destinée à s'introduire dans l'artère, porte un arrêt L M. Comme nous avions à expérimenter sur des artères de différens calibres, nous eûmes sept tubes semblables, et qui ne différaient entr'eux que par le diamètre de l'extrémité libre K I, laquelle présentait dans les uns et les autres depuis un millimètre jusqu'à sept millimètres de diamètre.

Tel est notre instrument.

Pour le mettre en communication avec le sang, on découvre l'artère, on passe au-dessous d'elle un fil ciré, on la comprime avec les doigts, on fait avec la lancette une incision longitudinale au-delà du point comprimé ; les deux bords de cette incision, saisis chacun avec une pince, sont éloignés l'un de l'autre de manière à rendre l'ouverture à peu près circulaire ; alors on introduit le tube dans l'artère,

et au-dessus de l'arrêt on fait une ligature ; immédiatement après on cesse de comprimer, et le sang, passant de l'artère dans le tube, se méle au sous-carbonate de soude, et transmet, par l'intermédiaire de ce corps, la force qui le pousse à la colonne de mercure GC ; on est alors témoin des phénomènes que nous décrirons bientôt.

Ajoutons ici que la colonne de mercure variant par les diverses inclinaisons que peut prendre l'instrument, il est important de le tenir pendant tout le temps de l'observation dans une position verticale. C'est dans ce but que nous avons adapté à notre appareil un fil à plomb. A partir des points H et G niveau du mercure dans les deux branches, se trouvent deux échelles dont les divisions sont des millimètres, le zéro de chacune se trouve en H et G.

Maintenant soit adapté l'appareil à l'artère carotide d'un chien, la distance BG qui mesure la hauteur du sous-carbonate de soude au-dessus du niveau du mercure doit être déterminée. Supposons, pour plus de simplicité, que les parties GKC et HI'I du tube soient exactement de même diamètre, en sorte qu'en observant sur une seule et même échelle LM la hauteur HI, à laquelle s'est élevé le mercure, on reconnaîtra qu'il s'est abaissé au-dessous du point G de la même quantité HI. Ainsi, pour avoir la hauteur du mercure due à la force du sang, nous n'aurons qu'à doubler la hauteur HI, et retrancher de ce résultat la pression du mélange de sang et de sous-carbonate de soude, due à la colonne $BCK = BG + GK = BG + HI$.

Soit donc $BG = 25$ millimètres, soit $HI = 105$ millimètres ; supposons en outre, comme nous l'avons trouvé, qu'une colonne de mélange de sous-carbonate de soude et de sang, de 10 millimètres de hauteur, fasse équilibre à une hauteur d'un millimètre de mercure : nous aurons pour la pression demandée

$$105 + 105 - \frac{25 + 105}{10} = 210 - \frac{130}{10} = 210 - 13 = 197 \text{ mill.}$$

et pour une hauteur HI′ égale à 85 mill., par exemple, la pression que nous aurions serait :

$$85 + 85 - \frac{25 + 85}{10} = 170 - \frac{110}{10} = 170 - 11 = 159 \text{ mill.}$$

En cherchant la moyenne de ces deux pressions, nous aurions :

$$\frac{197 + 159}{2} = \frac{356}{2} = 178 \text{ mill.}$$

Nous aurions pu arriver à l'expression de cette moyenne par la disposition suivante :

Point le plus haut.	Point le plus bas.	1er. mélange de s.-carb. et de sang.	2e. mélange de s.-carb. et de sang.
105 + 105	85 + 85	25 + 105	25 + 85
Somme 380 mill.		Somme 240 mill.	

$$\text{Pression moyenne } \frac{380 - \frac{240}{10}}{2} = \frac{380 - 24}{2} = \frac{356}{2} = 178 \text{ mill.}$$

Si on avait à prendre une autre moyenne, non entre deux pressions, mais entre deux pressions moyennes elles-mêmes, et dont les hauteurs HI fussent les nombres 105,85 ; 110,82, on l'obtiendrait alors évidemment de la manière suivante :

Point le plus haut.	Point le plus bas.	1er mélange de s.-carb.s. et de sang.	2e mélange de s.-carb.s. et de sang.
105 + 105	85 + 85	25 + 105	25 + 85
110 + 110	82 + 82	25 + 110	25 + 82
215 + 215	167 + 167	50 + 215	50 + 167
764 mill.		482 mill.	

$$\text{Moyenne } \frac{764 - \frac{482}{10}}{2 \times 2} = \frac{764 - 48{,}2}{2 \times 2} = \frac{715{,}8}{4} = 178{,}95 \text{ mill.}$$

Pour obtenir une moyenne entre trois pressions moyennes, dont les hauteurs respectives seraient 105,85 ; 110,82 ; 96,84, on aurait encore :

Point le plus haut.	Point le plus bas.	Premier mélange.	Second mélange.
105 + 105	85 + 85	25 + 105	25 + 85
110 + 110	82 + 82	25 + 110	25 + 82
96 + 96	84 + 84	25 + 96	25 + 84
311 + 311	251 + 251	75 + 311	75 + 251
1124		712	

$$\text{Moyenne } \frac{1124 - 71{,}2}{2 \times 3} = \frac{1052{,}8}{6} = 175{,}46 \text{ mill.}$$

On voit finalement que la pression moyenne entre quatre pressions moyennes elles-mêmes s'obtiendrait en divisant la différence qui existe entre la somme des deux premières colonnes et le dixième de la somme des deux dernières qui correspondent aux mélanges, par 2×4 ; et par 2×5, par 2×6, etc., selon qu'il s'agit de la moyenne entre 5 ou 6, etc., moyennes elles-mêmes.

On nous pardonnera ces détails de calcul en faveur de la clarté qu'ils vont répandre sur ce qui va suivre.

L'instrument est appliqué, disions-nous, à l'artère carotide primitive d'un chien. Aussitôt que le sang de l'artère s'introduit dans la branche horizontale A B, il fait effort sur le mercure en se mêlant au sous-carbonate de soude ; et dans l'intervalle de moins d'une seconde, le mercure, en s'élevant dans la branche H E, atteint la hauteur de 105 millimètres, pour redescendre aussitôt après à 85 millimètres, remonter aussitôt pour redescendre encore. Il s'établit ainsi une suite d'oscillations en vertu desquelles le mercure monte et descend alternativement ; et lorsque les mouvemens respiratoires ont lieu régulièrement, que l'animal ne fait aucun effort, les ascensions et descentes de la colonne de mercure semblent osciller de la même quantité au-dessus et au-dessous d'un même point du tube qui, dans le cas dont il s'agit,

correspond à 95 millimètres. Lorsque les mouvemens respiratoires sont plus forts, l'élévation de la colonne et son abaissement s'éloignent alors beaucoup plus de ce point. C'est ainsi que le mercure s'élevait à 115 millimètres pour descendre immédiatement après à 75 millimètres. Cette sorte de régularité dans les ascensions et descentes de la colonne de mercure n'existent pas toujours, ainsi qu'on le voit lorsque, dans de violens efforts de l'animal, à de grandes inspirations succèdent des expirations saccadées, et *vice versâ*; il y a alors pendant tout ce temps, dans la colonne de mercure, une sorte de tourmente qui porterait la plus grande indétermination dans l'évaluation de la hauteur cherchée, si on ne l'observait qu'à cette époque; mais l'animal cessant d'être fortement ému, et les mouvemens respiratoires devenant ordinaires, la colonne offre la régularité dont nous avons parlé précédemment.

Nous devons faire observer que cette hauteur de 95 millimètres que nous venons d'indiquer n'est pas toujours la même. C'est ainsi que, dans l'expérience que nous rapportons, nous avons remarqué quatre fois de suite alternativement les hauteurs 96 et 84; la colonne s'élevait et s'abaissait de la même quantité à partir du point marqué par 90, plus bas que le précédent de 5 millimètres, de sorte que la force qui meut le sang dans les artères, et par suite celle du cœur, varierait d'un instant à l'autre pour revenir à son premier état, et ainsi de suite.

Après les nouvelles recherches de M. *Magendie* (1), touchant l'influence des mouvemens respiratoires sur le cours du sang dans les artères, il est inutile de dire que l'abaissement du mercure correspond à l'inspiration, son élévation à l'expiration. Ce sera donc en prenant la moyenne entre les deux colonnes de mercure qu'on obtiendra véritablement celle due à la force du cœur.

De ce qui précède nous concluons, que la hauteur du mercure dans le tube doit s'obtenir en prenant la moyenne de deux hauteurs consécutives, et si nous remarquons qu'indépendamment des modifica-

(1) Journal de physiologie, t. 1er., voir sur le même sujet un Mémoire de M. *Bourdon*, 1820.

tions introduites dans la hauteur de la colonne par les mouvemens respiratoires, cette hauteur varie d'un instant à l'autre de quelques millimètres; nous verrons alors que pour avoir la hauteur correspondante à un certain nombre d'observations consécutives, il faudra déterminer la pression moyenne entre les pressions moyennes correspondantes aux hauteurs trouvées. Appliquons cette marche aux hauteurs que nous a données l'instrument dans notre expérience, et rappelons-nous ce que nous avons dit précédemment sur la manière simple d'obtenir la hauteur moyenne entre des hauteurs moyennes elles-mêmes.

Hauteur dans l'expiration.	Hauteur dans l'inspiration.	Hauteur du mélange corresp. aux expirations.	Hauteur du mélange corresp. aux inspir.
105 + 105	85 + 85	25 + 105	25 + 85
110 + 110	82 + 82	25 + 110	25 + 82
96 + 96	84 + 84	25 + 96	25 + 84
96 + 96	84 + 84	25 + 96	25 + 84
96 + 96	84 + 84	25 + 96	25 + 84
110 + 110	80 + 80	25 + 110	25 + 80
110 + 110	80 + 80	25 + 110	25 + 80
105 + 105	85 + 85	25 + 105	25 + 85
828 + 828	664 + 664	200 + 828	200 + 664
Somme 2984		Somme 1892	

Pression moyenne égale à $\frac{2984 - 189,2}{2 \times 8} = \frac{2794,8}{16} = 174,67$ mill.

Après avoir décrit l'instrument dans sa forme et dans l'application que nous voulions en faire, disons un mot, avant d'entrer dans l'exposition du fait énoncé page 23, de tout le parti qu'en pourrait tirer la science.

Déterminer avec la dernière évidence les modifications qu'introduisent les mouvemens respiratoires dans la circulation artérielle et même veineuse;

Déterminer les modifications de la force qui meut le sang dans les

artères, soit à raison de l'âge, soit qu'on rende artificiellement le sang plus aqueux, soit qu'on en diminue la masse, soit qu'à l'aide de ligatures on isole de l'action du cœur une portion de système artériel (1), soit qu'on fasse entrer dans le torrent de la circulation des substances particulières, telles que le camphre, l'assa-fœtida, des alcoholiques, etc.; soit que, par des moyens quelconques, on éveille chez un animal des émotions plus ou moins vives, etc.

Nous nous proposons, dans un mémoire subséquent, de résoudre quelques-unes de ces questions, qui intéressent au plus haut point la pathologie interne et externe; et comme nos recherches seront essentiellement fondées sur les applications diverses de notre instrument, nous croyons devoir l'appeler *hémodynamomètre*, dénomination en rapport avec ses usages.

Il nous reste maintenant à établir qu'une molécule de sang est mue avec une force égale, quelle que soit la place qu'elle occupe dans le systéme artériel : la chose sera prouvée, quand on saura que deux hémodynamomètres placés sur deux artères différemment éloignées du cœur présentent des pressions exactemens les mêmes.

1°. Le sujet de cette expérience est un chien. On met à découvert les artères carotide primitive et humérale gauches, et on place, ainsi que nous l'avons dit, un hémodynamomètre sur chacune de ces artères. Il faut avoir soin d'observer au même instant la colonne de mercure dans l'un et l'autre de ces instrumens; cette circonstance est de la plus haute importance pour l'identité que nous voulons établir. Qu'il me soit permis ici d'adresser tous mes remerciemens à M. *D'Espine*, mon ami, dont le zèle assidu m'a puissamment secondé dans cette partie de mes expériences. Il est inutile d'ajouter que les branches horizontales des deux hémodynamomètres sont à égale distance de l'horizon.

(1) Dans sept expériences nous avons lié l'aorte abdominale au-dessus du tronc opistogastrique; dans toutes, la pression indiquée par la hauteur du mercure a presque doublé.

La distance BG dans l'un et l'autre hémodynamomètre était de 170 millimètres.

PRESSION A LA CAROTIDE DE 5,20 MILLIM. DE DIAMÈTRE.

(Le point où est appliqué l'appareil est distant du cœur de 208 mill.)

	HAUTEURS de la colonne de mercure		HAUTEURS des mélanges correspondans	
	pendant l'inspiration.	pendant l'expiration.	à l'inspiration.	à l'expiration.
	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.
a	80 + 80	110 + 110	170 + 80	170 + 110
b	90 + 90	100 + 100	170 + 90	170 + 100
c	101 + 101	109 + 109	170 + 101	170 + 109
d	110 + 110	115 + 115	170 + 110	170 + 115
e	105 + 105	115 + 115	170 + 105	170 + 115
f	110 + 110	115 + 115	170 + 110	170 + 115
g	105 + 105	110 + 110	170 + 105	170 + 110
h	100 + 100	115 + 115	170 + 100	170 + 115
i	85 + 85	105 + 105	170 + 85	170 + 105
k	95 + 95	100 + 100	170 + 95	170 + 100
l	85 + 85	110 + 110	170 + 85	170 + 110
	1066 + 1066	1204 + 1204	1870 + 1066	1870 + 1204

Somme 4540 mill. — Somme 6010 mill.

Pression moyenne $\frac{4540 - 601}{2 \times 11} = \frac{3939}{22} = 179{,}04$ mill.

PRESSION A L'HUMÉRALE DE 3 MILLIM. DE DIAMÈTRE.

(Le point où est appliqué l'appareil est distant du cœur de 303 mill.)

	HAUTEURS de la colonne de mercure		HAUTEURS des mélanges correspondans	
	pendant l'inspiration.	pendant l'expiration.	à l'inspiration.	à l'expiration.
	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.
a	85 + 85	105 + 105	170 + 85	170 + 105* (1)
b	90 + 90	100 + 100	170 + 90	170 + 100
c	100 + 100	110 + 110	170 + 100	170 + 110
d	110 + 110	115 + 115	170 + 110	170 + 115
e	108 + 108	112 + 112	170 + 108	170 + 112
f	110 + 110	115 + 115	170 + 110	170 + 115
g	105 + 105	110 + 110	170 + 105	170 + 110
h	105 + 105	110 + 110	170 + 105	170 + 110*
i	90 + 90	100 + 100	170 + 90	170 + 100*
k	95 + 95	100 + 100	170 + 95	170 + 100
l	90 + 90	105 + 105	170 + 90	170 + 105*
	1088 + 1088	1182 + 1182	1870 + 1088	1870 + 1182

Somme 4540 mill. — Somme 6010 mill.

Pression moyenne $\frac{4540 - 601}{2 \times 11} = \frac{3939}{22} = 179{,}04$ mill.

Par l'identité que présentent ces résultats, on voit qu'une molécule de sang dans l'artère carotide d'un diamètre de 5,20 millimètres, cette molécule distante du cœur de 208 millimètres se meut avec la même force qu'une molécule de sang dans l'artère humérale, présentant un diamètre de 3 millimètres, distante du cœur de 303 millimètres.

(1) Toutes les observations marquées de ce signe ont été prises au moment où les mouvemens respiratoires étaient plus grands que dans l'état normal.

2°. Je répétai cette expérience sur un autre chien ; les artères humérale et carotide donnèrent la même hauteur de mercure.

3°. On laisse en place, dans l'expérience n°. 1, l'hémodynamomètre de l'humérale ; on découvre l'artère iliaque primitive gauche ; on y applique l'hémodynamomètre de la carotide, et les résultats que nous venons d'obtenir pour la carotide et l'humérale se vérifient pour l'humérale et l'iliaque primitive, qui avait 5 millimètres de diamètre et distante du cœur de 808 millimètres.

4°. Ici nous opérons sur la carotide et la crurale.

PRESSION A LA CAROTIDE DE 4 MILLIM. DE DIAMÈTRE.
(Le lieu où est appliqué l'appareil est distant du cœur de 180 mill.)

HAUTEURS de la colonne de mercure		HAUTEURS des mélanges correspondans	
dans l'inspiration.	dans l'expiration.	à l'inspiration.	à l'expiration.
mill. + mill.	mill. + mill.	mill. + mill.	mill. + mill.
42 + 42	66 + 66	33 + 42	33 + 66
41,5 + 41,5	66,5 + 66,5	33 + 41,5	33 + 66,5
40 + 40	67 + 67	33 + 40	33 + 67
40 + 40	66 + 66	33 + 40	33 + 66
42 + 42	66 + 66	33 + 42	33 + 66
41 + 41	65 + 65	33 + 41	33 + 65
246,5 + 246,5	396,5 + 396,5	198 + 246,5	198 + 396,5
Somme 1286 mill.		Somme 1039 mill.	

Pression moyenne $\frac{1286 - 103,9}{2 \times 6} = \frac{1182,1}{12} = 98,50$ mill.

PRESSION A LA CRURALE DE 3,5 MILLIM. DE DIAMÈTRE.
(Le lieu où est appliqué l'appareil est distant du cœur de 515 mill.)

HAUTEURS de la colonne de mercure		HAUTEURS des mélanges correspondans	
dans l'inspiration.	dans l'expiration.	à l'inspiration.	à l'expiration.
mill. + mill.	mill. + mill.	mill. + mill.	mill. + mill.
45 + 45	63 + 63	33 + 45	33 + 63
44 + 44	64 + 64	33 + 44	33 + 64
45 + 45	62 + 62	33 + 45	33 + 62
44,5 + 44,5	61,5 + 61,5	33 + 44,5	33 + 61,5
45 + 45	63 + 63	33 + 45	33 + 63
44 + 44	62 + 62	33 + 44	33 + 62
267,5 + 267,5	375,5 + 375,5	198 + 267,5	198 + 375,5
Somme 1286 mill.		Somme 1039 mill.	

Pression moyenne $\frac{1286 - 103,9}{2 \times 6} = \frac{1182,1}{12} = 98,50$ mill.

Les pressions données par la carotide et la crurale sont donc les mêmes.

5°. La même expérience fut répétée en présence de M. *Cruveilhier* qui voulut bien lui-même vérifier, sur l'hémodynamomètre de la carotide,

les hauteurs qu'annonçait mon ami le docteur *Blandin*, chargé de suivre les hauteurs que présentait l'autre instrument placé à la crurale.

6°. L'identité des pressions des artères carotide et crurale fut de nouveau constatée en présence de M. *Magendie*, qui voulut bien, à cet effet, mettre à notre disposition son laboratoire.

7°. Examinons s'il en est de même de la carotide et de l'aorte.

PRESSION A LA CAROTIDE DE 4 MILLIM. DE DIAMÈTRE.

(Lieu de la carotide distant du cœur de 180 mill.)

	HAUTEURS de la colonne de mercure		HAUTEURS des mélanges correspondans	
	dans l'inspiration.	dans l'expiration.	à l'inspiration.	à l'expiration.
	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.
a	46 + 46	47 + 47	33 + 46	33 + 47
b	42 + 42	49 + 49	33 + 42	33 + 49
c	40 + 40	52 + 52	33 + 40	33 + 52
d	45 + 45	48 + 48	33 + 45	33 + 48
e	47 + 47	49 + 49	33 + 47	33 + 49
f	37 + 37	55 + 55	33 + 37	33 + 55
g	45 + 45	48 + 48	33 + 45	33 + 48
h	46 + 46	47 + 47	33 + 46	33 + 47
	348 + 348	395 + 395	264 + 348	264 + 395
	Somme 1486 mill.		Somme 1271 mill.	

Pression moyenne $\frac{1486 - 127{,}1}{2 \times 8} = \frac{1358{,}9}{16} = 84{,}87$ mill.

PRESSION A L'AORTE DE 9 MILLIM. DE DIAMÈTRE.

(Lieu de l'aorte distant du cœur de 370 mill.)

	HAUTEURS de la colonne de mercure		HAUTEURS des mélanges correspondans	
	dans l'inspiration.	dans l'expiration.	à l'inspiration.	à l'expiration.
	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.
a	46 + 46	47 + 47	33 + 45	33 + 47
b	42 + 42	49 + 49	33 + 42	33 + 49
c	41 + 41	51 + 51	33 + 41	33 + 51
d	45 + 45	48 + 48	33 + 45	33 + 48
e	46 + 46	50 + 50	33 + 46	33 + 50
f	38 + 38	54 + 54	33 + 38	33 + 54
g	45 + 45	48 + 48	33 + 45	33 + 48
h	45 + 45	48 + 48	33 + 45	33 + 48
	348 + 348	395 + 395	264 + 348	264 + 395
	Somme 1486 mill.		Somme 1271 mill.	

Pression moyenne $\frac{1486 - 127{,}1}{2 \times 8} = \frac{1358{,}9}{16} = 84{,}87$ mill.

8°. Cette même expérience fut faite sur un autre chien, et on obtint les mêmes résultats.

9°. la carotide et la rénale, sur un autre animal, ne donnèrent pas de pressions différentes.

10°. Sur un autre chien, nous avons pris l'axillaire et la crurale

PRESSION A L'AXILLAIRE DE 4,5 MILLIM. DE DIAMÈTRE.

(Le lieu où est appliqué l'appareil est distant du cœur de 125 mill.)

HAUTEURS de la colonne de mercure		HAUTEURS des mélanges correspondans	
dans l'inspiration.	dans l'expiration.	à l'inspiration.	à l'expiration.
mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.
35 + 35	40 + 40	25 + 35	25 + 40
31 + 31	44 + 44	25 + 31	25 + 44
30 + 30	45 + 45	25 + 30	25 + 45
35 + 35	43 + 43	25 + 35	25 + 43
30 + 30	55 + 55	25 + 30	25 + 55
31 + 31	54 + 54	25 + 31	25 + 54
33 + 33	48 + 48	25 + 33	25 + 48
32 + 32	47 + 47	25 + 32	25 + 47
31 + 31	44 + 44	25 + 31	25 + 44
35 + 35	45 + 45	25 + 35	25 + 45
34 + 34	43 + 43	25 + 34	25 + 43
35 + 35	46 + 46	25 + 35	25 + 46
392 + 392	554 + 554	300 + 392	300 + 554
Somme 1892 mill.		Somme 1546 mill.	

Pression moyenne $\frac{1892 - 154,6}{2 \times 12} = \frac{1737,4}{24} = 72,39$ mill.

PRESSION A LA CRURALE DE 4 MILLIM. DE DIAMÈTRE.

(Le lieu où est appliqué l'appareil est distant du cœur de 518 mill.)

HAUTEURS de la colonne de mercure		HAUTEURS des mélanges correspondans	
dans l'inspiration.	dans l'expiration.	à l'inspiration.	à l'expiration.
mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.
36 + 36	39 + 39	25 + 36	25 + 39
32 + 32	43 + 43	25 + 32	25 + 43
33 + 33	42 + 42	25 + 33	25 + 42
37 + 37	41 + 41	25 + 37	25 + 41
39 + 39	46 + 46	25 + 39	25 + 46
40 + 40	45 + 45	25 + 40	25 + 45
38 + 38	43 + 43	25 + 38	25 + 43
37 + 37	42 + 42	25 + 37	25 + 42
32 + 32	43 + 43	25 + 32	25 + 43
38 + 38	42 + 42	25 + 38	25 + 42
36 + 36	41 + 41	25 + 36	25 + 41
37 + 37	44 + 44	25 + 37	25 + 44
435 + 435	511 + 511	300 + 435	300 + 511
Somme 1892 mill.		Somme 1546 millim.	

Pression moyenne $\frac{1892 - 154,6}{2 \times 12} = \frac{1737,4}{24} = 72,39$ mill.

N. B. Les expériences 4°., 7°., 10°., sont citées plutôt pour établir l'identité de force que pour servir à estimer sa grandeur, attendu que, dans la préparation des artères, les animaux avaient perdu une quantité notable de sang.

11°. Jusqu'à présent, les expériences rapportées n'ont été faites que sur des chiens : terminons en décrivant, dans tous ses détails, une expérience faite sur un cheval, laquelle nous confirmera dans ces résultats et nous préparera à des réflexions que nous soumettrons bientôt au lecteur.

Nous avons pris l'artère carotide qui offrait 10 millimètres de diamètre, et le point où fut placé l'hémodynamomètre était distant du cœur de 976 millimètres, environ 3 pieds.

L'artère que nous avons considérée concurremment avec la carotide n'était pas une artère principale d'un membre ou de l'abdomen, comme dans les expériences précédentes, mais une artère dont la grosseur était vingt-cinq fois plus petite que la carotide; c'était un rameau musculaire de la cuisse, lequel naissant de la crurale se perdait, après un trajet de 150 millimètres, dans les muscles de la partie interne du genou. Cette artère avait 2 millimètres de diamètre, et était distante du cœur de 1710 millimètres, environ 5 pieds 3 pouces : certes, la différence énorme qui se fait remarquer entre ces deux artères, et sous le rapport du volume, et sous le rapport de la distance au cœur, devrait nécessairement en apporter dans les pressions indiquées par l'hémodynamomètre, dans le cas où ces pressions seraient différentes : nous allons voir, comme précédemment, que ces pressions sont tout à fait les mêmes.

	PRESSION A LA CAROTIDE DE 10 MILLIM. DE DIAMÈTRE. (Le lieu où est appliqué l'appareil est distant du cœur de 976 mill.)				PRESSION AU RAMEAU DE LA CRURALE DE 2 MILL. DE DIAMÈTRE. (Le lieu où est appliqué l'appareil est distant du cœur de 1710 mill.)			
	HAUTEURS de la colonne de mercure		HAUTEURS des mélanges correspondans		HAUTEURS de la colonne de mercure		HAUTEURS des mélanges correspondans	
	dans l'inspiration.	dans l'expiration.	à l'inspiration.	à l'expiration.	dans l'inspiration.	dans l'expiration.	à l'inspiration.	à l'expiration.
	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.	mill. mill.
a	0 + 0	180 + 180	240 + 0	240 + 180	87 + 87	93 + 93	240 + 87	240 + 93*(1)
b	85 + 85	95 + 95	240 + 85	240 + 95	85 + 85	95 + 95	240 + 85	240 + 95
c	85 + 85	92 + 92	240 + 85	240 + 92	85 + 85	92 + 92	240 + 85	240 + 92
d	60 + 60	120 + 120	240 + 60	240 + 120	86 + 86	94 + 94	240 + 86	240 + 94*
e	35 + 35	145 + 145	240 + 35	240 + 145	88 + 88	92 + 92	240 + 88	240 + 92*
f	5 + 5	175 + 175	240 + 5	240 + 175	87 + 87	93 + 93	240 + 87	240 + 93*
g	0 + 0	180 + 180	240 + 0	240 + 180	86 + 86	94 + 94	240 + 86	240 + 94*
h	60 + 60	120 + 120	240 + 60	240 + 120	86 + 86	94 + 94	240 + 86	240 + 94*
i	85 + 85	95 + 95	240 + 85	240 + 95	85 + 85	95 + 95	240 + 85	240 + 95
	415 + 415	1202 + 1202	2160 + 415	2160 + 1202	775 + 775	842 + 842	2160 + 775	2160 + 842
	Somme 3234		Somme 5937		Somme 3234		Somme 5937	

Pression moyenne $\frac{3234 - 593{,}7}{2 \times 9} = \frac{2640{,}3}{18} = 146{,}68$ mill.

Pression moyenne $\frac{3234 - 539{,}7}{2 \times 9} = \frac{2640{,}3}{18} = 146{,}68$ mill.

(1) Les observations marquées de ce signe * ont été prises au milieu d'efforts respiratoires plus ou moins violens.

De l'identité de ces résultats et des précédens, nous pouvons conclure irrévocablement que la force avec laquelle une molécule de sang se meut, soit dans la carotide, soit dans l'aorte, etc., est tout à fait égale à celle qui meut une molécule dans le plus petit rameau artériel (1) : ou en d'autres termes, *qu'une molécule de sang se meut avec la même force dans tout le trajet du système artériel;* ce qu'*à priori*, avec tous les physiologistes, nous étions loin de penser (2).

Essayons maintenant de faire connaître par quel mécanisme cette force est la même, soit au commencement du système artériel, soit en un point quelconque de son trajet, nous pourrions dire presque à sa terminaison.

Lorsque le cœur se contracte, une ondée de sang est poussée dans le système artériel, déjà plein de sang; les phénomènes qui suivent immédiatement la projection de cette ondée sont, *la dilatation des artères, une sorte de locomotion de tout le système artériel*, par laquelle les courbures tendent à se redresser. Ces phénomènes ne peuvent avoir lieu qu'aux dépens de la force avec laquelle l'ondée est lancée par le cœur; mais à peine le système artériel s'est-il dilaté, à peine ses courbures ont-elles cédé à l'action du cœur, qu'en vertu de l'élasticité du système artériel, toutes les artères revenant sur elles-mêmes, rendent à la force du sang tout ce qu'elle venait de perdre, et par suite la force avec laquelle l'ondée de sang est lancée du cœur, conserve la même intensité jusqu'aux dernières ramifications artérielles, ainsi que nos expériences l'ont constaté.

---

(1) *Bichat*, Anatomie générale, Limites de l'action du cœur, nie cette égalité de forces dans les troncs, les branches et les ramuscules; mais, malgré tout le respect qu'impose l'opinion d'un aussi grand physiologiste, nous nous voyons forcés d'être d'un sentiment contraire.

(2) Quand nous disons que cette force est la même dans tout le trajet du système artériel, nous n'entendons pas rejeter les modifications qu'elle doit éprouver en certains points de ce système, qui présentent une disposition spéciale, comme les arcades anastomotiques des artères du mésentère, le cercle artériel de *Willis*, etc.

Nous nous bornons pour le moment à cette interprétation du fait que nous avons établi, elle est simple et naturelle; mais, nous l'avouons, elle est loin d'être satisfaisante. Les idées que nous avons jusqu'à présent à ce sujet exigent une investigation plus sévère, nous ne les jugeons pas assez mûres pour les émettre en ce moment.

Revenons maintenant sur les expériences que nous avons rapportées précédemment, et examinons d'abord l'influence des mouvemens respiratoires sur le cours du sang artériel; voyons ensuite si cette influence est la même, et pour les grosses artères, et pour les petites placées à une certaine distance du cœur.

Les expériences n°. 1, n°. 4, n°. 7, n°. 10, n°. 11, nous démontrent que la hauteur de la colonne de mercure est moindre dans l'inspiration, et au contraire est plus grande dans l'expiration : ainsi, nous devons conclure que, dans l'inspiration, la force avec laquelle le sang se meut dans les artères est *diminuée*, tandis qu'elle est *augmentée* dans l'expiration. Ce dernier fait, établi par *Haller*, *Lamure* et *Lorry*, a été confirmé par M. *Magendie*.

Si, dans les expériences que nous venons de citer, nous comparons la différence des hauteurs données dans l'inspiration et l'expiration, sur des points du système artériel différemment éloignés du cœur, nous voyons que lorsque les inspirations et expirations se font dans l'état ordinaire, la même différence des hauteurs existe pour les deux points du système artériel, comme l'indiquent les observations *b*, *d*, *f*, *g*, *h*, de l'expérience n°. 1; celles *a*, *d*, *g* de l'expérience n°. 7; celles *b*, *c*, *i* de l'expérience n°. 11; ainsi, dans cette dernière expérience, l'observation *b* nous montre que les hauteurs sont 95 et 85, et pour l'artère carotide, et pour le rameau de la crurale.

Nous remarquerons en outre, en nous renfermant dans l'expérience n°. 11, que lorsque de violens efforts respiratoires ont lieu, les différences de hauteurs dues à l'inspiration et à l'expiration présentées par le rameau de la crurale, sont à la vérité un peu plus grandes que dans le cas où les mouvemens respiratoires ont lieu dans l'état normal, mais

ces hauteurs n'offrent pas les énormes différences que présentèrent les hauteurs données dans les mêmes circonstances par l'hémodynamomètre placé sur la carotide. Ainsi, d'après les observations *a, d, e, f, g*, les hauteurs dans les profondes inspirations sont, 0, 60, 35, 5, 0; tandis que, dans les expirations qui ont suivi chacune de ces inspirations, on a obtenu respectivement les hauteurs 180, 120, 145, 175, 150, lesquelles diffèrent beaucoup des précédentes données dans les inspirations.

De ces dernières remarques, nous concluons que l'influence des mouvemens respiratoires sur le cours du sang artériel est augmentée dans les grosses comme dans les petites artères, lorsque de violens efforts respiratoires succèdent à des respirations ordinaires; mais que cette influence, spécialement pour les grosses artères, est telle que, dans les inspirations, la force qui meut le sang est très-près d'être nulle, si elle ne l'est pas; et qu'en revanche, dans les expirations correspondantes cette force devient presque deux fois aussi grande que dans l'état normal. Je ne sache pas que les auteurs, en traitant de la modification qu'introduit la respiration dans le cours du sang artériel, aient tenu compte des modifications dues à l'inspiration, lesquelles peuvent être telles que le mouvement du sang soit nul; ni de cette différence d'influence qui à lieu, et dans les grosses et dans les petites artères; différence qu'il eût été difficile de prévoir, le système artériel formant un tout continu, le liquide qui y est contenu, étant mû par une force qu'il emprunte primitivement d'un seul organe, le cœur.

Si ces développemens ne dépassaient pas déjà les bornes que nous nous étions prescrites, nous rappellerions que c'est en effet dans les efforts de toux, dans les exclamations de la colère, etc., etc., que l'aorte, que les tumeurs anévrysmales se rompent, que surviennent les hémorrhagies nasale, cérébrale, etc., etc.; nous parlerions surtout du soin qu'il faut avoir quand on explore le pouls, de bien s'assurer si la respiration se fait régulièrement; car si à de certains intervalles,

par suite d'émotions vives, le malade fait une profonde inspiration, une pulsation pourra se faire attendre, être nulle, d'où l'on conclura à tort que le pouls est irrégulier ou même intermittent : on peut sur soi-même s'assurer de la vérité de ses assertions.

Nous pourrions expliquer comment il arrive que dans les amputations des membres supérieurs le jet de sang, sortant avec violence des artères, se trouve quelquefois tout à coup suspendu ; tandis que, pour les membres inférieurs le jet, beaucoup moins fort, est continu et saccadé ; même remarque pour les amputations des mamelles et des orteils (1).

Reprenons maintenant notre force du cœur. Puisque la pression donnnée par l'hémodynamomètre est la même lorsqu'on agit, soit sur un rameau, soit sur l'aorte elle-même, il est clairement démontré qu'il suffit d'une seule expérience, faite sur une artère d'un animal, pour constater exactement la force d'impulsion du cœur.

Les animaux que nous avons pris, sont le chien et le cheval. Rapportons les résultats de nos expériences ; nous verrons si, par les conséquences qu'on peut en tirer, il nous est permis de déterminer par analogie la force avec laquelle se meut le sang dans le système artériel de l'homme.

Nous tenons seulement compte, dans le résumé que nous donnons, du poids du chien, du poids du cœur, et de la pression indiquée par l'hémodynamomètre.

---

(1) Physiologie de *Richerand.*

NOMS DES ANIMAUX.		POIDS DE L'ANIMAL.	POIDS DU CŒUR.			PRESSIONS OBTENUES.
		liv.	livr.	onc.	gros.	millim.
1°. Chien.	1er. mars.	»	»	6	5	148,88
2°. Chien.	15 mars.	»	»	3	7	147,36
3°. Chien.	16 mars.	»	»	3	7	141,45
4°. Chien.	19 mars.	34	»	4	6	157,39
5°. Chien.	23 mars.	42	»	4	1	145,75
6°. Chien.	8 avril.	28	»	3	6	166,60
7°. Jument	14 avril.	»	6	12	»	146,68
8°. Cheval.	14 avril.	»	4	6	»	147,00
9°. Chien.	25 avril.	86	»	7	2	179,04
10°. Cheval.	28 avril.	»	5	»	»	157,25
11°. Cheval.	1er. mai.	»	5	6	»	154,33
12°. Jument	1er. mai.	»	3	6	»	182,05
13°. Chien.	17 mai.	19	»	2	6	141,40
14°. Chien.	18 mai.	41	»	6	6	171,14

Dans la pression donnée par l'hémodynamomètre, nous n'avons pas fait entrer en considération, soit la pression atmosphérique, soit la température aux différentes époques des expériences, circonstances qui, à la vérité, peuvent influencer la hauteur de la colonne de mercure, mais nulles, pour ainsi dire, eu égard au but que nous voulions atteindre.

En examinant avec quelque attention ce tableau, on est surpris de trouver qu'un cœur de 3 onces 7 gros (n°. 2) donne une pression égale, à quelques millimètres près, à celle que donnent des cœurs de 4 onces 1 gros, de 6 livres 12 onces, ou de 4 livres 6 onces ; on n'est pas moins étonné de voir qu'un cœur (n°. 9) de 7 onces 2 gros

donne une pression supérieure à celles de cœurs de 5 livres, de 5 livres 6 onces, de 4 livres 6 onces, de 6 livres 12 onces.

Les pressions obtenues ne sont donc nullement en rapport avec les poids des cœurs; de là ne pourrions-nous pas conclure que les variations qu'on observe dans les pressions (variations qui s'étendent seulement depuis 140 millimètres jusqu'à 180 millimètres, tiennent à des circonstances individuelles, telles que l'âge, le sexe, l'état de santé et de maladie, etc., etc.; toutes circonstances que nous n'avons pas été à même d'apprécier. Cela posé, ne sommes-nous pas en droit de tirer comme conséquence générale, toutes choses égales d'ailleurs, que la pression donnée par une artère d'un animal de 300 à 400 kilogr., d'un cheval, par exemple, serait la même que celle donnée par une artère d'un animal beaucoup plus petit, d'un chien de 10 kilogr., par exemple.

Ainsi, si l'on prend deux artères de même calibre, l'une dans le chien, l'autre dans le cheval, malgré la différence énorme dans le poids de ces deux animaux, les forces totales qui meuvent le sang dans chacune de ces deux artères seront parfaitement égales.

Maintenant, si, considérant à l'état adulte l'homme, le chien, le cheval, nous prenons dans chacun d'eux une artère de même calibre, comme ces artères ont la même grosseur, elles seront destinées, généralement parlant, à nourrir une même masse de parties. Eh bien! il n'y a aucune raison de penser, toutes choses égales d'ailleurs, que la force qui meut le sang dans l'une de ces artères soit différente de celle qui meut le sang dans les autres. Nous regarderons donc ces forces comme identiques.

Si, en outre, nous remarquons que les variations des pressions obtenues dans le chien sont les mêmes que celles que présente le cheval, d'après les considérations précédentes, et d'après ce que nous savons des variations de force que présente le pouls exploré dans un certain nombre d'hommes sains, de même âge, de même stature, de même tempérament, etc.; nous pouvons appliquer à l'homme les variations de pression que nous avons rencontrées dans

le chien et le cheval. Alors les pressions données par l'homme varieraient de même, à quelques millimètres près, de 140 millimètres à 180 millimètres. Nous pensons même, vu les idiosyncrasies du pouls, que les observations prises directement sur l'homme ne nous donneraient pas une évaluation plus précise, plus rigoureuse.

Maintenant nous dirons : *Puisqu'une molécule de sang, prise en un point quelconque du système artériel de l'homme est mue avec une force capable de faire équilibre à une colonne de mercure d'une hauteur connue*; pour obtenir la force qui correspond à une artère d'un calibre donné, nous n'aurons qu'à prendre son diamètre ; et le poids d'un cylindre de mercure, dont la base serait le cercle donné par ce diamètre, et la hauteur celle de la colonne de mercure obtenue, sera *la force statique totale avec laquelle le sang se meut dans cette artère*; c'est-à-dire que si l'on y plaçait un diaphragme maintenu du côté opposé au cours du sang par une force égale à ce poids, le sang cesserait de se mouvoir dans l'artère.

Nous pouvons donc établir ce théorème général, *que la force totale statique, qui meut le sang dans une artère, est exactement en raison directe de l'aire que présente le cercle de cette artère, ou en raison directe du carré de son diamètre, quel que soit le lieu qu'elle occupe.*

Comme application de ces principes, cherchons, par exemple, la force avec laquelle le cœur pousse le sang dans l'aorte de l'homme, et dans d'autres artères, la radiale par exemple.

Dans un homme de vingt-neuf ans, nous avons trouvé le diamètre de l'aorte au niveau des valvules sigmoïdes égal à 34 millimètres, sous la pression de 160 millimètres de mercure, nous avons obtenu pour l'aire du cercle de l'aorte 908, 2857 millimètres carrés, qui, multipliés par 160 millimètres (hauteur que nous prenons entre 140 millimètres et 180 millimètres), nous donnent 145325,72 millimètres cubes de mercure, dont le poids égal à 1971,77936 gram. = 1,971779, kilogr., ou 4 livres 3 gros 43 gr., évaluation de la force totale statique du sang dans l'aorte, au moment où le cœur se contracte.

Dans un homme de quarante-six ans, l'aorte, sous une pression

de 140 millimètres de mercure, nous donna 35 millimètres de diamètre. En prenant la pression, non de 160 millimètres, comme dans dans le cas précédent, mais de 140 millimètres seulement, on obtient 1,828288 kilogr., ou 3 livres 11 onces 6 gros 4 grains, pour la force du sang dans l'aorte, au moment où le cœur se contracte.

Dans la jument, qui fait le sujet de la douzième expérience, on trouverait que la force avec laquelle le cœur lance le sang dans l'aorte est égale à 5,24636 kilogr., ou 10 livres 10 onces 7 gros, 61 gr.

L'artère radiale, sous une pression de 160 millimètres de mercure, a un diamètre égal à 3 millimètres. On obtient 15,35 grammes, ou bien 4 gros pour la force statique avec laquelle le sang se meut dans cette artère.

Nous n'irons pas plus loin dans ces applications. On voit, par ce petit nombre d'exemples, comment on procéderait pour avoir la force correspondante à une artère dont le diamètre serait connu.

De tout ce qui précède il résulte que la force du cœur, déterminée par nous, n'est ni celle de *Borelli*, ni la force dynamique de *Keill*, ni la force statique de *Hales*, etc., mais bien *la force avec laquelle le cœur lance le sang dans l'aorte ou toute autre artère.* Nous avons pensé que cette évaluation serait jugée préférable à celles qu'ont essayé de donner ces auteurs, à cause des conséquences et des résultats plus directs qu'elle présente.

FIN.

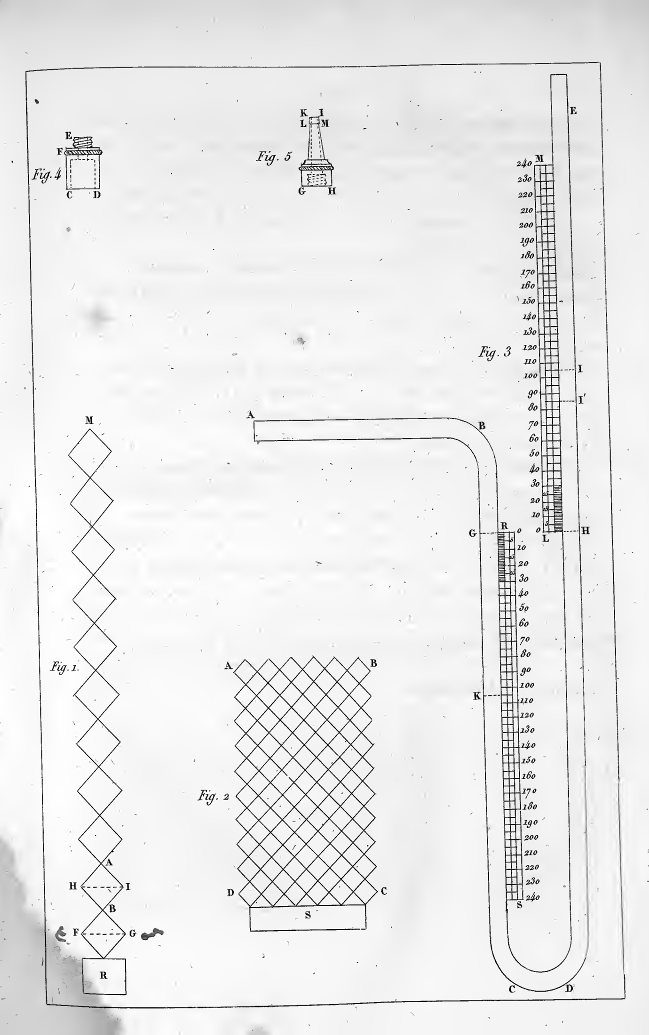


Fig. 4
E
F
C
D
Fig. 5
K
I
L
M
G
H
Fig. 3
E
M
L
H
I
I'
R
S
G
K
A
B
C
D
240
230
220
210
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Fig. 1.
M
A
B
H
I
F
G
R
Fig. 2
A
B
D
C
S

HIPPOCRATIS APHORISMI

(*edente* Foesio).

I.

Dolores et febres contingunt magis circà puris generationem, quàm eo facto. *Sect.* 2, *aph.* 47.

II.

Valida quidem apoplexia nullo modo sanatur; levis verò non facilè. *Ibid.*, *aph.* 42.

III.

Cùm morbi summa est vehementia, tunc vel tenuissimo victu uti necesse est. *Sect.* 1, *aph.* 8.

IV.

Convulsio quæ in vulnus incidit, lethalis. *Sect.* 5, *aph.* 2.

V.

Qui spumantem sanguinem sputo rejiciunt, iis ex pulmone ducitur *Ibid.*, *aph.* 13.

VI.

Erysipelas foràs effusum intrò verti, minimè bonum; at ab interioribus foràs, bonum. *Sect.* 6, *aph.* 25.